

Das Grand-Canyon-Geheimnis

Zwei Kilometer tief, 30 Kilometer breit und 450 Kilometer lang: Der Grand Canyon ist eine gigantische Erosionsschlucht. Die Wissenschaft hat keine schlüssige Erklärung für seine Entstehung.

Martin Ernst und Michael Kotulla

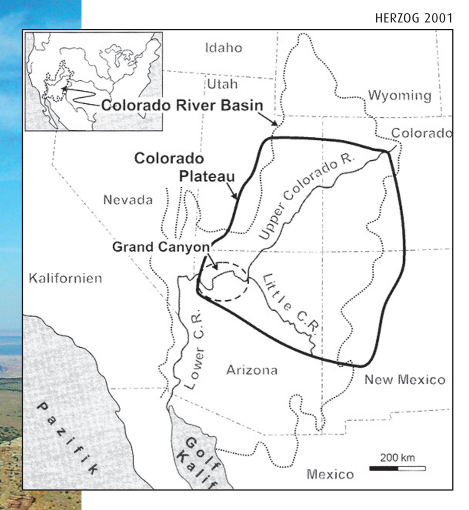
Fast 2 km tief, 30 km breit und 450 km lang: Der Grand Canyon des Colorado ist eine gigantische Erosionsschlucht. Aber wie und wann sie entstanden ist, darüber gibt es keinen Konsens.

Unvergleichlich und unvergesslich – so beschreiben Besucher ihr Ersterlebnis mit dem Grand Canyon. Für viele ist es der erste überwältigende Blick in die grandiose Szenerie, der sich erst unmittelbar vom Rand des Canyons, direkt am Abgrund, darbietet. Und nicht wenige wagen eine unerwartet herausfordernde und einzigartige Wanderung hinunter zum Plateau Point oder weiter bis zum Colorado und zur Phantom Ranch und wieder zurück. Besondere Abenteurer erleben eine aussergewöhnliche und faszinierende Entdeckungsreise mit robusten Schlauchbooten in einer wundervollen fremden Welt aus Wasser, Licht und Schluchten zwischen Lees Ferry und Lake Mead. Aus welcher Perspektive auch immer der Canyon betrachtet wird, ein Phänomen fällt besonders auf: die bemerkenswert steilen und undeformierten Wände ohne nennenswerte Schuttkegel. Der Canyon wirkt frisch und ausgekehrt – als wäre er erst kürzlich entstanden.

Die Frage nach dem Wie und Wann beschäftigt nicht nur Spezialisten. Die jährlich fast fünf Millionen Besucher des Grand Canyon wollen informiert werden. Stacy Timmons (2009) schafft es in einem Satz: «Die Gesteine wurden abgesetzt, angehoben, vom Fluss eingeschnitten, dann stürzten die Seiten des Canyons ein – alles mit erheblichen Zeitlücken zwischen diesen Ereignissen.» Die Langform ihrer geologischen Trainingsanleitung für die Park Ranger liest sich allerdings anders, weitaus komplexer: Ein «Millionen-Teile-Puzzle» gelte es zusammenzusetzen, von welchem aber viele Teile unwiederbringlich verloren seien. Und Timmons ist verhalten vorsichtig. Zu oft haben die Hypothesen gewechselt. «Es kann nicht genug betont werden, dass sich diese Sache noch in einer grossen Auseinandersetzung befindet und vielleicht niemals gelöst werden wird (...).» Und weiter: «Wie der Fluss es geschafft hat, sich einfach geradewegs durch das grosse angehobene Gebiet zu schneiden, ist nicht bekannt.» Dazu stellt sie die drei gängigsten einer ganzen Reihe von Hypothesen vor:

1. *Die Little-Colorado-Hypothese.*

HERZOG 2001



Gewaltige Dimensionen: Die Punktlinie zeigt das Einzugsgebiet des Colorado-River, die fett durchgezogene Linie das Hochplateau des Colorado. Der Grand Canyon ist mit einer gestrichelten Linie umrissen.

MARTIN ERNST, 2012

Hierbei entwässerte ein «Alt-Colorado» östlich des Kaibab-Plateaus zum Golf von Mexiko (gedanklich entsprechend der heutigen Little-Colorado-Flusslinie). Ein «Jung-Colorado» westlich des Kaibab-Plateaus floss zum Golf von Kalifornien. Über eine rückschreitende Erosion «arbeitete» sich der «Jung-Colorado» durch das Kaibab-Plateau, bis er auf den «Alt-Colorado» traf und somit eine Umleitung dessen erfolgte.

2. *Die Nordwest-Fliessrichtung-Hypothese.* Der «Alt-Colorado», der sich infolge einer Hebung des Gesteinniveaus in das Kaibab-Plateau eingeschnitten hatte, entwässert Richtung Nordwesten. Danach hätte der westliche «Jung-Colorado» den «Alt-Colorado» durch rückschreitende Erosion «angezapft» und diesen schliesslich umgelenkt.

3. *Die See-Hypothese.* Die Fliesswasser des «Alt-Colorado» östlich des Kaibab-Plateaus sammelten sich in einem abflusslosen See und stauten sich auf. Es erfolgte entweder eine Anzapfung des Sees durch den westlichen «Jung-Colorado», der sich rückschreitend durch das Kaibab-Plateau «arbeitete», oder der aufgestaute See lief über, schnitt sich in das Kaibab-Plateau ein und stiess auf den westlichen «Jung-Colorado».

Das ist eine grosse Verwirrung, nicht nur für die Interpreten, sondern auch für die Besucher. Soviel scheint aber mit Einschränkungen als sicher zu gelten: Eine Voraussetzung für das Einschneiden eines Flusses war die Heraushebung des Colorado-Plateaus auf über 2000 m Höhe. Das führte zu sehr grossen Höhenunterschieden, wodurch starke Erosionskräfte wirksam wurden. Die zusätzliche Heraushebung des Kaibab-Plateaus (Kaibab Upward), eines Teilgebiets des Colorado-Plateaus, etwa zwischen der Mündung des Little Colorado und Grand Canyon Village, war ein weiterer entscheidender Faktor.

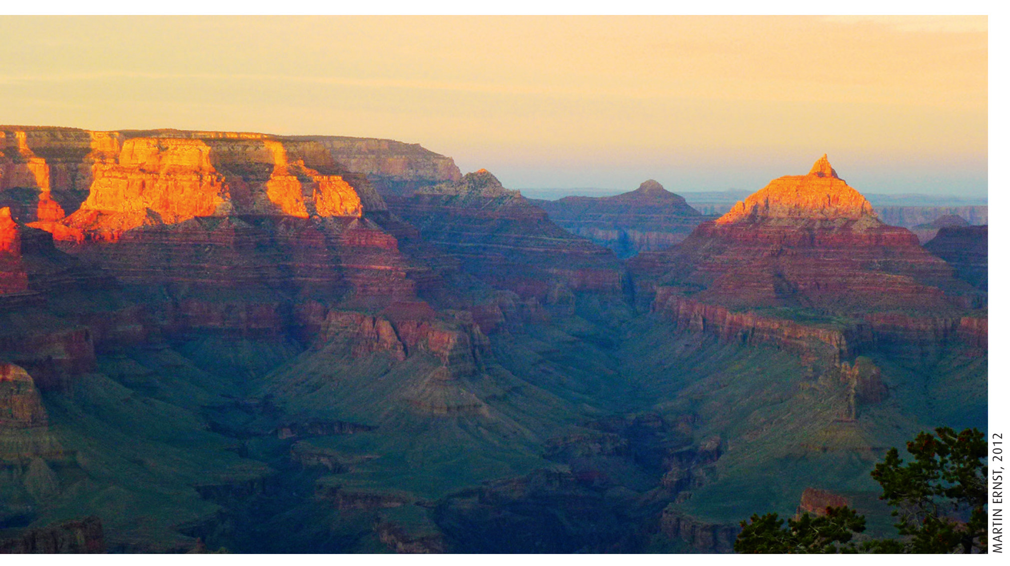
Das ausgeräumte Material hat den Golf von Kalifornien im Pliozän (von 5,3–2,6 Millionen [radiometrischen] Jahren) verfüllt, dessen nördliche Ausläufer zuvor bis nahe an Lake Mead heranreichten. Der andere (zeitliche) Ankerpunkt sind die vulkanischen Eruptionen (z. B. Vulcan's Throne, etwa 1 Million [radiometrische] Jahre vor heute) unmittelbar am Rand des Canyons, deren dünnflüssige Laven sich über den Canyon-Rand ergossen und teilweise über 100 km den Canyon hinabflossen. Seitdem hat sich der Canyon (nur) um weitere 15 Meter eingetieft. Auf Basis dieser radiometrischen Einheiten lässt sich schnell ableiten, dass eine fünffach verfügbare Zeit lediglich zu einem Erosionswert von 75 m Tiefe führen würde. Diese Rechnung machte auch der Querdenker Derek V. Ager (1993) und schlussfolgerte: «(...) auch hier [Grand Canyon, Anmerkung der Verfasser] muss zu einer Zeit eine sehr schnelle Erosion stattgefunden haben.»

Trotz aller Vorsicht beharrt Timmons (2009) schliesslich auf einer graduellen Eintiefung und Verbreiterung des Canyons zwischen den Grenzen von 5–6 Millionen [radiometrischen] Jahren und 1 Million [radiometrischen] Jahren. Diese seien aber episodisch vor sich gegangen, beispielsweise durch erhöhte Wassermengen im Spätglazial oder durch Lava-Dämme am Boden des Canyons, die gesprengt wurden. Im Grunde genommen ist weder das Wie noch das Wann der Entstehung des Grand Canyon bekannt.

Das sind auch die Ergebnisse des letzten Grand-Canyon-Symposiums von 2010 (Beard et al. 2011). Nach über 130 Jahren geologischer Forschung herrscht weder über das geologische Alter des Grand Canyon noch über seine Entstehung Einigkeit. Die Bandbreite reicht von der obersten Kreide (70 Millionen [radiometrischen] Jahren) bis ins Pliozän. In dem einen Extrem hätten noch die Dinosaurier die Flusslandschaft eines Alt-Colorado durchwaten können. Und nach wie vor werden – technisch ausgedrückt – vier Mechanismen der Querentwässerung von Hochflächen diskutiert.

John Douglass (2011; vgl. auch Meek & Douglass, 2001) favorisiert seit einigen Jahren die Hypothese des See-Überlaufs. Dabei passt er das Geschehen behutsam in die konventionelle Geologie ein. Der Über- und Auslauf des postulierten Sees (Bidahochi-See) vor etwa 5,5 Millionen [radiometrischen] Jahren habe (nur) initial den Canyon geschaffen. Eine sukzessive Vertiefung und Verbreiterung erfolgte sodann zwischen 5 und 1 Millionen [radiometrischen] Jahren vor heute. Die Idee eines See-Überlaufs ist u. a. bereits von Eliot Blackwelder 1934 aufgebracht worden, war aber wieder in Vergessenheit geraten. In abgewandelter Form ist sie insbesondere durch Steven A. Austin (1994) als pliozäne «Dammbruch»-Katastrophe ei-

Der Grand Canyon wirkt wie ausgekehrt – als wäre er erst kürzlich entstanden.



MARTIN ERNST, 2012

Die Schönheit und Erhabenheit des Grand Canyon fasziniert die Menschen.
Wie diese Landschaft entstand, ist Gegenstand wissenschaftlicher Kontroversen.

nes gigantischen Netzwerkes aus Seen weiterentwickelt worden, ein einzelnes Ereignis, welches den Canyon im Wesentlichen gebildet haben soll. Die Volumina an Wasser dieser postulierten Seen haben das 6-fache Volumen (ca. 12.505 Kubikkilometer nach Austin 1994) des Lake Missoula (2084 Kubikkilometer). Demnach hätte der Bodensee über 260 Mal in diese drei Seen auf dem Colorado-Plateau, oberhalb des heutigen Grand Canyon, hineingepasst.

Das wohl bekannteste Beispiel eines gewaltigen Dammbruchs ist die spätglaziale Lake-Missoula-Flut, die zur Entstehung der Channeled Scablands führte. Ein durch einen natürlichen Gletscherdamm aufgestauter Glazialsee brach und entleerte sich binnen zwei Tagen; die Wasserfluten und das mitgeführte Gesteinsmaterial schufen ein Netz von Kanälen und Canyons. Es bedurfte 40 Jahre harter Gelände- und Überzeugungsarbeit des Geologen J. H. Bretz (1969), bis diese Flutkatastrophe von der konventionellen Geologie in den 1960er-Jahren anerkannt wurde (vgl. factum 8/2007, Ernst & Kotulla 2007). In den folgenden 50 Jahren sind über ein Dutzend weiterer solcher als Megafluten bezeichnete Ereignisse durch die Übertragung der Geländebefunde nachgewiesen worden.

Aber auch aktuelle Canyon-Bildungen in kleinerem Massstabe sind bekannt: Die Bildung des Canyon Lake George (Lamb & Fonstad 2010; Ernst 2010) nach einem Dammbruch innerhalb von maximal drei Tagen (Texas, Juli 2002) oder die Bildung des Little Grand Canyon des Toutle-Flusses (19. März 1982) als Folge des Ausbruchs des Mount St. Helens (18. Mai 1980), wobei Bergsturz- und Bimsablagerungen von Schlammströmen durchbrochen wurden (vgl. factum 8/2004, Ernst & Kotulla 2004). Diese Beispiele legen den Schluss nahe, dass Canyons nur durch katastrophische Ereignisse entstehen können.

William R. Dickinson, ein Verfechter einer graduellen (langsamen, also uniformitarischen) Entstehung des Grand Canyon, erteilte kürzlich der «Megaflut»-Hypothese von Douglass erneut eine Absage. Die Seesedimente wiesen nach seiner Interpretation auf einen nur unbedeutenden Bidahochi-See östlich des Kaibab-Plateaus. Das ist eine der vielen kleinen Zwischenmeldungen im 130-jährigen Hin und Her. Aber was geschieht hier eigentlich?

Geht es im Grunde genommen um zwei sich widerstreitende Auffassungen, den Uniformitarismus und den Katastrophismus? Wiederholt sich hier – in einer weitaus grösseren Dimension – der Fall Bretz, ein Verharren in uniformitaristischen Denk- und Erklärungsstrukturen? Elizabeth Zubritsky (2013) beschreibt die damalige geologisch-weltanschauliche Situation zurzeit von Bretz so: «Die Grundlage für diese Ansicht, die Uniformitarismus genannt wird, wurde Ende des 17. Jahrhunderts durch den schottischen Naturwissenschaftler James Hutton gelegt. Hutton drehte damals den Spiess der gängigen Auffassung um, dass die Welt durch katastrophische Ereignisse in nur ein paar tausend Jahren gestaltet worden war. Im Gegensatz dazu argumentierte er, dass geologische Prozesse langsam und systematisch arbeiten, sodass die Erde sehr alt sein müsse. Über ein Jahrhundert lang blickten Geologen auf diese Weise auf die Welt. So war die [geologische,



MARTIN ERNST, 2012

Rätsel Grand Canyon: Man findet kaum Reste der massenhaft abgetragenen Gesteine. Vieles spricht dafür, dass der Canyon in kurzer Zeit durch eine gewaltige Flut entstand.

Anmerkung der Verfasser] Gemeinde 1923 überhaupt nicht auf das vorbereitet, was Bretz vorschlug, nämlich dass der hauptsächliche Architekt der Channeled Scablands nicht ein systematisch langsam wirkender Fluss war, sondern eine mysteriöse, kataklysmische und zuvor noch nicht dagewesene Flutkatastrophe (...).»

Das Ergebnis ist bekannt. Am Ende war die Indizienlage so erdrückend, dass das uniformitaristische Weltbild in Sachen Channeled Scablands aufgegeben wurde. Und wie verhält es sich mit dem Grand Canyon? Wieder scheint es das uniformitaristische Weltbild zu sein, das eine Aufklärung behindert und verzögert. Was bei der Lake-Missoula-Flut 40 Jahre dauerte, mag bei dem grossen Bauwerk Grand Canyon viermal 40 Jahre oder mehr dauern.

Um für die Entstehung des Grand Canyon eine Dammbruch-Katastrophe plausibel zu machen, haben wir in unserem GEO-EXX Forschungsinstitut für Geowissenschaften und Glauben begonnen, mit einem Wasserbaulabor verschiedene Versuche durchzuführen. Dazu haben wir ein Becken mit Sediment gefüllt, das durch einen verhältnismässig grossen und breiten Wasserschwall überflutet wurde. Im Gegensatz zu den Versuchen von Douglass (vgl. National Geographic Video, youtube-link s. u.) haben wir einen hohen Durchfluss aus der Vorkammerfüllung (in Höhe von 0,86 l/sec) generiert und bereits nach etwas mehr als einer Minute charakteristische Strukturen eines Canyons erhalten. Diese ersten Ergebnisse motivieren uns, daran weiterzuforschen. Wer diese Forschungsarbeiten unterstützen möchte, findet weitere Infos unter www.geo-exx.com/Forschungen/Canyonlabor.

Wir erachten eine gigantische Dammbruch-Katastrophe gegenwärtig für die einfachste, plausibelste und wahrscheinlichste Erklärung zur Entstehung wesentlicher Teile des Grand Canyon. Damit schliessen wir auch an die Vorstellung und Beobachtung der Alten an, so H. H. Robinson (1911): «(...) nur eine einzige Hebung und ein einziges Einschneiden sind im Canyon belegt.» ■

Literatur und Internet-Links:

AGER DV (1993) The nature of the stratigraphical record. Chichester.

AUSTIN SA (1994) Grand Canyon. Monument to Catastrophe. Santee, 1–284.

BEARD LS, KARLSTROM KE, YOUNG RA & BILLINGSLEY GH (eds.) (2011) CREvolution 2–Origin and evolution of the Colorado River system, workshop abstracts: U. S. Geological Survey Open-File Report 2011–1210, 1–300 [http://pubs.usgs.gov/of/2011/1210/].

BLACKWELDER E (1934) Origin of the Colorado River. Geological Society of America Bulletin 45, 551–566.

BRETZ JH (1969) The Lake Missoula Floods and the Channeled Scabland. Journal of Geology 77, 503–544.

DICKINSON WR (2012) Rejection of the lake spillover theory for initial incision of the Grand Canyon, and discussions of alternatives. Geosphere 9, 1–20.

DOUGLASS J (2011) One Grand Canyon bur Four Mechanisms – Was It Antecedence, Superimposition, Overflow, or Piracy? in: BEARD et al. (2011), s. o., 93–98.

ERNST M & KOTULLA M (2004) Vancouver, Vancouver, this is it. factum 8/2004, 28–39.

ERNST M & KOTULLA M (2007) Die Lake-Missoula-Flut. factum 8/2007, 22–30.

ERNST M (2010) Bildung eines Canyons in nur drei Tagen. Studium Integrale Journal 17, 88–92 (Studiengemeinschaft Wort und Wissen, Baiersbronn).

LAMB MP & FONSTAD MA (2010) Rapid formation of a modern bedrock canyon by a single flood event. Nature Geoscience 3, 477–481.

MEEK N & DOUGLASS J (2001) Lake overflow: An alternative hypothesis for Grand Canyon incision and development of the Colorado River. In: YOUNG RA & SPANNER EE (eds.) Colorado River: Origin and evolution: Grand Canyon, Arizona. Grand Canyon Association, 199–204.

ROBINSON HH (1911) The single cycle development of the Grand Canyon of the Colorado. Science 34, 89–91.

STEPHAN M (Editor, unter Mitarbeit von M. Ernst, R. Junker, H. Binder, F. Egli-Arm & T. Herzog, 2010) Sintflut und Geologie. Schritte zu einer biblisch-urgeschichtlichen Geologie. 320 S. (SCM Hänsslser, 3. Auflage).

TIMMONS S (2009) Grand Canyon Geology Training Manual. Learning to Read the Pages of a Book. For Grand Canyon National Park Interpretation Division. Revised 2009 by Allyson MATHIS and Michael QUINN, 1–109 [http://www.nps.gov/grca/nature science/geology_manual.htm], Erstfassung 2003.

ZUBRITSKY E (2013), siehe http://www.nasa.gov/topics/earth/features/megaflood-legacy.html, Abfrage 14. 08. 2013.

Zur «See-Hypothese», nach Douglass: http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=SeBPKE5eDU0, Abfrage 14.08.2013.

